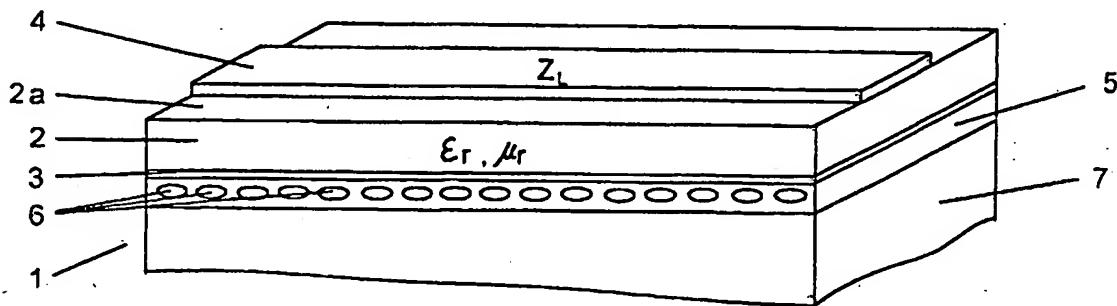


(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/09748
H01P 3/08		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. März 1997 (13.03.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/02369		(81) Bestimmungsstaaten: EE, GE, IL, SG, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 1. Juni 1996 (01.06.96)		
(30) Prioritätsdaten: 195 32 780.2 6. September 1995 (06.09.95) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(71) Anmelder: PATES TECHNOLOGY PATENTVERWERTUNGSGESELLSCHAFT FÜR SATELLITEN- UND MODERNE INFORMATIONSTECHNOLOGIEN MBH [DE/DE]; Steinmetzstrasse 7, D-23556 Lübeck (DE).		
(72) Erfinder: ROTHE, Lutz; Am Mühlberg 43, D-06132 Halle (DE).		
(74) Anwalt: SIECKMANN, Ralf; Schumannstrasse 97-99, D-40237 Düsseldorf (DE).		

(54) Title: DIELECTRIC WAVEGUIDE

(54) Bezeichnung: DIELEKTRISCHER WELLENLEITER



## (57) Abstract

The invention concerns a dielectric waveguide (1), in particular one which is planar or essentially planar, with at least one dielectric structure (2) at least part of which consists of a material whose permeability or permeability tensor and/or permittivity or permittivity tensor can be changed by a magnetic field which penetrates at least parts of the structure (2). The waveguide also includes at least one means (6) for generating at least one magnetic field (9) by means of which the permeability tensor and/or the permittivity or permittivity tensor of at least parts of the structure (2) can be changed.

## (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen dielektrischen, insbesondere planaren oder quasiplanaren Wellenleiter (1), der mindestens eine dielektrische Materialanordnung (2) hat, wobei die dielektrische Materialanordnung (2) zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permittivität oder Permittivitäts-Tensor mittels eines durchdringenden Magnetfeldes (9) veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel (6) zur Erzeugung von mindestens einem Magnetfeld (9) vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel (6) erzeugten Magnetfeld (9) die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permittivität oder der Permittivitäts-Tensor der Materialanordnung (2) zumindest bereichsweise veränderbar ist.

***LEDIGLICH ZUR INFORMATION***

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereiniges Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LJ	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estonien	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

### **Dielektrischer Wellenleiter**

Die Erfindung betrifft einen dielektrischen, insbesondere planaren oder quasiplanaren Wellenleiter, der mindestens eine dielektrische Materialanordnung hat.

Als planare Wellenleitung bezeichnet man flächenhaft aufgebaute Leitungsformen, bei denen eine dielektrische Trägerplatte (Substrat) mit metallischen Leiterstrukturen beschichtet ist (Streifen- und Schlitzleitung) oder die auf einer metallischen Grundplatte dielektrische Strukturen tragen, (dielektrische Blindleitungen). In dieser Form handelt es sich um offene Leitungsstrukturen. Bei den planaren Leitungen sind die hohen Genauigkeitsanforderungen auf die planaren Strukturen übertragen. Mit Hilfe der Fotoätztechnik lassen sich diese Anforderungen jedoch einfach, billig und genau reproduzierbar erfüllen. Die Technik planarer Schaltungen bietet im Vergleich zur Hohlleitertechnik Vorteile. So lassen sich z.B. auf einer Trägerplatte mehrere planare Schaltungskomponenten platz- und gewichtssparend zu einem System integrieren. Durch die kurzen Verbindungen zwischen den einzelnen Komponenten verringern

sich die Leitungsverluste und die Anzahl von Verbindungselementen und damit von Stoßstellen. Halbleiterelemente können ebenfalls einfacher eingebaut werden. Zudem haben planare Strukturen oft eine höhere Eindeutigkeitsbandbreite als Hohlleiterschaltungen.

Nachteilig bei derartigen planaren Wellenleitern ist jedoch, daß der Leitungswellenwiderstand von den gewählten Abmessungen der Substratleiterordnungen sowie vom dielektrischen Substrat selbst abhängt und nach der Herstellung des Wellenleiters der Leitungswellenwiderstand nicht mehr veränderbar ist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher einen dielektrischen Wellenleiter bereit zu stellen, dessen Leitungswellenwiderstand nach der Fertigstellung des Wellenleiters veränderbar bzw. einstellbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe sowohl durch die Merkmale des Kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1, sowie der Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruch 2 gelöst. Vorteilhaft liegen bei beiden erfundungsgemäßen Ausführungsformen die felderzeugenden Mittel direkt am Wellenleiter an, wobei die felderzeugenden Mittel galvanisch von den metallischen Leiterstrukturen und/oder der Grundebene des Wellenleiters getrennt sind. Durch das Verändern der Permeabilität und/oder der Permitivität bzw. der dielektrischen Eigenschaften des dielektrischen Substrats bzw. der dielektrischen Materialanordnung zwischen Grundebene und Leiterstrukturen mittels Magnetfelder oder elektrischer Felder kann der Wellenwiderstand des dielektrischen Wellenleiters abschnittsweise in Abhängigkeit der Stärke der jeweils erzeugten Felder verändert werden. Aus dem bislang passiven elektronischen Bauteil Wellenleiter wird somit vorteilhaft ein aktives Bauelement, bei dem mittels der felderzeugenden Mittel das Übertragungsverhalten des Wellenleiters gezielt beeinflußt werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform grenzt an den Wellenleiter eine Schicht an, wobei die Schicht die felderzeugenden Mittel aufweist. Eine besonders gute Steuerung des Leitungswellenwiderstandes des Wellenleiters ergibt sich, wenn in der angrenzenden Schicht die felderzeugenden Mittel matrix- oder rasterförmig angeordnet sind. Durch den Einsatz von mehreren felderzeugenden Mitteln ist es möglich, den Leitungswellenwiderstand genauestens für bestimmte Bereiche einzustellen.

In besonders bevorzugten Ausführungsformen sind die felderzeugenden Mittel Induktionsspulen oder Kondensatoren. Die Induktionsspulen haben dabei  $m$  Windungen, wobei die Induktionsspulen derart im Raum ausgerichtet sind, daß Teile der von den stromdurchflossenen Induktionsspulen erzeugten Magnetfelder die dielektrische Materialanordnung zumindest teilweise durchdringen. Die Induktionsspulen sind dabei vorteilhaft mit einer Ansteuerelektronik in Verbindung, wobei mittels der Ansteuerelektronik in jeder Induktionsspule ein Strom vorgebarer Stärke und Richtung einprägbar ist, wodurch das von der Induktionsspule erzeugte magnetische Feldrichtungs- und betragsmäßig bestimmt ist.

Bei der Verwendung von Kondensatoren als felderzeugende Mittel ist es vorteilhaft, wenn die Richtung des elektrischen Feldvektors des mittels des Kondensators erzeugten elektrischen Feldes im wesentlichen parallel zur Strukturebene des Wellenleiters ist. Es ist jedoch auch denkbar, daß die Kondensatoren ein elektrisches Feld senkrecht zur Strukturebene des Wellenleiters erzeugen, wenn dies durch die Wahl des verwendeten dielektrischen Substrats erforderlich ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn mittels eines derartigen dielektrischen Wellenleiters die Wellenwiderstände in zwei aneinander grenzenden Bereichen bzw. Abschnitten derartig aneinander angepaßt werden, daß sich für eine sich vom ersten

Bereich zum zweiten Bereich ausbreitende Welle ein bestimmter Reflektionsfaktor  $r$  ergibt.

Es ist ebenfalls vorteilsmäßig, wenn die Länge  $L$ , die Breite  $B$  und/oder der Betrag des Wellenwiderstandes  $Z_L$  des Abschnitts bzw. Bereichs mittels der felderzeugenden Mittel einstellbar ist, derart, daß zur Einstellung der Länge  $L$ , der Breite  $B$  und/oder des Betrags des Wellenwiderstandes  $Z_L$  nur die felderzeugenden Mittel jeweils ein Feld vorgebbarer Stärke erzeugen, deren Felder die dielektrische Materialanordnung des Wellenleiters im Bereich bzw. Abschnitt zumindest teilweise durchdringen.

Die dielektrische Materialordnung bzw. das dielektrische Substrat zwischen der Struktur und der Grundebene ist dabei vorteilhaft aus einem gyromagnetischen oder gyroelektrischen Material, wobei der Betrag der Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  der dielektrischen Materialanordnung im Bereich zwischen 3 und 5 ist, wodurch sich eine besonders gute Güte des Wellenleiters für den Mikrowellenbereich erzielen läßt. Es ist ebenfalls vorteilsmäßig, wenn die Materialanordnung eine Yttrium-Eisen-Granatschicht ist. Eine derartige Yttrium-Eisen-Granatschicht weist sich dadurch aus, daß bei Anlegen eines magnetischen Gleichfeldes sich in dem vom magnetischen Feld durchdrungenen Bereich die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor verändert, wodurch gleichfalls der Leitungswellenwiderstand des Wellenleiters verändert wird.

Bei der Verwendung einer Yttrium-Eisen-Granatschicht ist es vorteilhaft, wenn zwischen der dielektrischen Materialanordnung bzw. der Yttrium-Eisen-Granatschicht und der Grundebene eine Schicht aus Gallium-Gadolinium-Granat der Dicke  $L_{ggg}$  ist. Die Grundebene ist vorteilhaft eine Kupferschicht, die auf die der Yttrium-Eisen-Granatschicht abgewandten Seite der Gallium-Gadolinium-Granatschicht aufgetragen ist. Zwischen der dielektrischen Materialanordnung bzw. der Yttrium-Eisen-Granatschicht und der Strukturebene kann vorteilhaft eine Quarzschicht der

Dicke  $L_q$  angeordnet sein, wobei die Strukturebene aus der Quarzschicht photolithografisch herstellbar ist. Die felderzeugenden Mittel sind vorteilhaft auf der der Strukturebene abgewandten Seite der Grundebene angeordnet, wobei die felderzeugenden Mittel mittels einer isolierenden Schicht insbesondere aus einer Polystyrolschicht von der leitenden Grundebene galvanisch getrennt sind. Die felderzeugenden Mittel können dabei vorteilhaft in einer Dünnschicht einliegen oder an dieser anliegen.

In einer ebenfalls bevorzugten Ausführungsform ist die Ansteuerelektronik für die felderzeugenden Mittel an der der leitenden Grundebene abgewandten Seite der die felderzeugenden Mittel aufweisenden Dünnschicht angeordnet, wobei die Ansteuerelektronik mit den felderzeugenden Mitteln jeweils in elektrischer Verbindung ist. Eine derartige Anordnung ist besonders kompakt und kostengünstig herstellbar. Durch das direkte Anliegen der Ansteuerelektronik an die die felderzeugenden Mittel aufweisende Dünnschicht werden die Verbindungsleitungen zwischen der Ansteuerelektronik und den felderzeugenden Mitteln auf ein Minimum reduziert.

Ein derartiger Wellenleiter ist ein magnetisch oder elektrisch steuerbares Reflektions-Dämpfungsglied. Er ist ebenfalls vorteilhaft als eine magnetisch oder elektrisch steuerbare Bandsperre bzw. als Filter einsetzbar. Hierbei wird der Effekt ausgenutzt, daß der Leitungswellenwiderstand eines dielektrischen Wellenleiters frequenzabhängig ist. Wird zwischen zwei Wellenleitern eine Anpassung vorgenommen, so kann dies jeweils nur für ein schmales Frequenzband erfolgen. Für Frequenzen außerhalb dieses Frequenzbandes ist eine Anpassung bislang nach Fertigung des Filters nicht mehr möglich. Durch die Möglichkeit des Veränderns des Wellenwiderstandes mittels der felderzeugenden Mittel kann vorteilhaft eine Anpassung zwischen zwei dielektrischen Wellenleitern für verschiedene Frequenzen nacheinander mit ein und demselben Wellenleiter vorgenommen werden. Somit ist

es möglich mit dem erfindungsgemäßen Wellenleiter eine Spektralanalyse durchzuführen.

Ein derartiger Wellenleiter kann zudem z.B. vorteilhaft als veränderbare Querkapazität oder Serieninduktivität in einer Wellenleiteranordnung eingesetzt werden. Hierzu hat der elektrische Wellenleiter einen streifenförmigen Leiterabschnitt, der an seinen Endabschnitten eine Breite  $B_1$  und im mittleren Abschnitt die Breite  $B_2$  hat. Zur Erzeugung einer bestimmten Querkapazität oder Serieninduktivität wird mittels der felderzeugenden Mittel die effektive Breite  $B_2$  des mittleren Abschnitts entsprechend verändert. Zur Verringerung der Breite  $B_2$  werden mittels der felderzeugenden Mittel Felder vorgebbarer Stärke erzeugt, wobei die Felder die Randbereiche der dielektrischen Materialanordnung des mittleren Abschnitts zumindest teilweise durchdringen, wodurch in den Randbereichen des mittleren Abschnitts des streifenförmigen Leiterabschnitts ein Leitungswellenwiderstand einstellbar ist, der gegen Null oder Unendlich ist.

Der dielektrische Wellenleiter kann ebenfalls eine Stichleitung sein, deren Länge  $L$  mittels der felderzeugenden Mittel wie oben beschrieben veränderbar ist.

Auch ist es vorteilhaft, wenn an das Ende der Stichleitung ein weiterer Wellenleiter angrenzt, dessen Wellenwiderstand mittels der felderzeugenden Mittel veränderbar ist, derart, daß die Stichleitung bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow \infty$  leerläuft und bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow 0$  kurzgeschlossen ist.

Der erfindungsgemäße dielektrische Wellenleiter ist somit ein aktives elektronisches Bauteil, wobei mittels des veränderlichen Leitungswellenwiderstandes beliebige Einsatzmöglichkeiten gegeben sind. Mittels des ortsabhängig einstellbaren Impedanzprofils des Wellenleiters kann dieser als Reflektions-Dämpfungsglied eingesetzt werden. Dabei

basiert die Dämpfung nicht auf dem Absorptionsprinzip, sondern auf der Basis dessen, daß die Intensität des rückgestreuten Feldes variiert wird und damit zusammenhängend die Intensität des transmittierten Feldes gesteuert wird.

Nachfolgend werden mögliche Ausführungsformen anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 Einen dielektrischen Wellenleiter mit integrierter Induktionsebene;
- Figur 2 Einen dielektrischen Wellenleiter mit integrierter Induktionsebene, wobei im mittleren Bereich die Induktionsspulen ein Magnetfeld  $H$  erzeugen;
- Figur 3 Eine Querschnittsdarstellung eines handelsüblichen Streifenleiters;
- Figur 4 Eine Querschnittsdarstellung durch den erfindungsgemäßen Wellenleiter;
- Figur 5 Eine Querschnittsdarstellung durch einen Wellenleiter mit einer Yttrium-Eisen-Granatschicht;
- Figur 6 Eine Draufsicht auf die Induktionsebene mit matrixförmig angeordneten Induktionsspulen;
- Figuren 7a - 7c Eine Draufsicht auf einen Wellenleiter mit einem mittleren Bereich, dessen Breite durch felderzeugende Mittel variabel ist;
- Figuren 8 und 9 Einen dielektrischen Wellenleiter, dessen dielektrische Eigenschaften mittels eines elektrischen Feldes veränderbar sind.

Die Figuren 1 und 2 zeigen einen dielektrischen Wellenleiter 1, der als Mikrostreifenleitung ausgeführt ist. Der Wellenleiter 1 hat eine leitende Grundebene 3, die an eine dielektrische Schicht 2 angebracht ist. Auf der der Grundebene 3 abgewandten Seite 2a der dielektrischen Substratschicht 2 ist ein streifenförmiger Leiter 4 angeordnet, der mittels eines photolithografischen Prozesses aufbereitet ist. Das dielektrische Substrat 2 hat eine relative Permeabilität  $\mu_r$  und eine Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$ . An der Grundebene 3 ist auf der dem dielektrischen Substrat 2 abgewandten Seite eine Dünnschicht 5 angebracht, in die Induktionsschleifen 6 eingebettet sind. Die Induktionsschleifen 6 der Dünnschicht 5 sind mittels nicht dargestellter Verbindungsleitungen 6c mit der Ansteuerelektronik 7 in Verbindung. Mittels der Ansteuerelektronik 7 können Ringströme bestimmter Stärke und Richtung in die Ringspulen 6 eingeprägt werden. Die Ringspulen 6 können zur Erzeugung eines größeren Magnetfeldes H mehrere Windungen aufweisen.

Die Induktionsspulen 6 sind wie aus Figur 6 ersichtlich matrixförmig und parallel zur Grundebene 3 angeordnet, derart, daß das durch sie erzeugte Magnetfeld 9 durch die Grundebene 3 tritt und den unmittelbar angrenzenden Bereich im Dielektrikum 2 durchdringt. Hierdurch wird die dielektrische Eigenschaft des Dielektrikums 2 verändert, wodurch sich bereichsweise der Leitungswellenwiderstand  $Z_L$  des dielektrischen Wellenleiters verändert. Wie in Figur 2 dargestellt, wird der Leitungswellenwiderstand  $Z_L$  in einem mittleren Bereich durch das Einprägen eines Stromes in den Spulen 6b verändert, wodurch sich ein von  $Z_L$  verschiedener Wellenwiderstand  $Z_{Lb}$  ergibt.

Die Größe der Veränderung des Wellenwiderstandes  $Z_L$  ist von der Größe des erzeugten Magnetfeldes sowie von dem verwendeten Material für die dielektrische Materialanordnung 2, sowie deren Abmessungen abhängig und muß für jeden

Einzelfall mittels geeigneter Versuche ermittelt oder rechnerisch bestimmt werden.

In Figur 3 ist ein dielektrischer Wellenleiter 1 abgebildet, wobei zwei streifenförmige Leiter 4 parallel zueinander angeordnet sind. In Figur 3 ist das E-Feld 8 einer sich in der Mikrostreifenleitung ausbreitenden elektromagnetischen Welle dargestellt.

Die Figur 4 zeigt eine Querschnittsdarstellung durch einen erfindungsgemäßen dielektrischen Wellenleiter 1. Es ist denkbar, daß die Dünnschicht 5 (Induktionsebene) nur an bestimmten Positionen Induktionsspulen 6 zur Veränderung der dielektrischen Eigenschaft des dielektrischen Substrats 2 hat. Die Induktionsspulen 6 sind dabei nur an den Stellen angeordnet, an denen bestimmte Mikrostreifenleitungen der Strukturebene beeinflußt werden sollen.

In Figur 5 ist ein weiterer erfindungsgmäßer Wellenleiter 1 in Mikrostreifenleitungstechnik dargestellt. Der Wellenleiter 1 hat einen Gallium-Gadolinium-Granatträger 11, auf dem epitaktisch eine homogene einkristalline und galliumdotierte Yttrium-Eisen-Granatschicht 2 erzeugt wird, die im unmagnetisierten Zustand dielektrisch ist. Die dieser mittels Flüssigphasenepitaksie erzeugten Yttrium-Eisen-Granatschicht 2 zugewandte Fläche wird über die gesamte Ausdehnung dieser Beschichtung mit einer Quarzsicht 10 belegt, deren der Verbundfläche abgewandte Fläche homogen kupferbeschichtet wird. Die von dieser Kupferbeschichtung 4 abweisende Fläche des Gallium-Gadolinium-Granatträgers 11 wird in gleicher Weise homogen kupferbeschichtet. Die Schichtdicke der Kupferbeschichtung wird mit 17,5 Mikrometer bemessen, wobei die Kupferbelegung der Quarzsicht 10 die Strukturebene 4 bildet. Diese Strukturebene 4 wird photolithografisch aufbereitet, so daß Streifenleiter 4 bestimmter geometrischer Abmessungen entstehen. Auf der der Strukturebene 4 abgewandten Seite der Grundebene 3 ist die Induktionsebene bzw. Dünnschicht 5 angeordnet, wobei die Dünnschicht 5

Induktivitäten 6 in Form von Induktionsschleifen 6a, 6b hat, die mittels nicht dargestellter Verbindungsleitungen 6c mit einer Ansteuerungselektronik 7 in elektrischer Verbindung sind. Die Induktionsspulen 6a, 6b sind wie aus Figur 6 ersichtlich, matrixförmig angeordnet. Zwischen der Dünnschicht 5 und der Grundebene 3 ist eine Polystyrolschicht 12 zur galvanischen Trennung der Induktionsebene 5 und der Grundebene 3 angeordnet. Das mittels der Induktionsspulen 6a, 6b erzeugte Magnetfeld 9 durchdringt die Grundebene 3, sowie die Gallium-Gadolinium-Granatträgerschicht 11 und verändert die dielektrische Eigenschaft der Yttrium-Eisen-Granatschicht 2. Durch die Änderung der dielektrischen Eigenschaft der Yttrium-Eisen-Granatschicht 2 ändert sich in diesem Bereich der Leitungswellenwiderstand  $Z_L$  der Streifenleitung.

Die Figuren 7a bis 7c zeigen einen dielektrischen Wellenleiter 1, dessen streifenförmiger Leiterabschnitt 4 in drei Bereiche 13,14 unterteilt ist, wobei die beiden Endabschnitte 13 eine Breite  $B_1$  und der mittlere Abschnitt eine Breite  $B_2$  aufweist, mit  $B_2$  größer oder kleiner gleich als  $B_1$ . Insbesondere im mittleren Abschnitt 14 sind in der Induktionsschicht 5 Induktionsspulen 6 angeordnet, derart, daß die effektive Breite  $B_2$  des mittleren Leitungsabschnittes 14b mittels der erzeugten Magnetfelder veränderbar ist. Durch Variieren der Breite  $B_2$  ist es möglich, den Wellenwiderstand  $Z_L$  des mittleren Bereichs zu variieren, wodurch es möglich ist, mittels eines derartigen Wellenleiters eine Serieninduktivität  $L$  (Figur 7b) oder eine Querkapazität  $C$  (Figur 7c) zu erzeugen. Mittels der Induktionsspulen 6 können die Leitungswellenwiderstände  $Z_L$  der seitlichen Bereiche 14a des mittleren Bereichs 14 derart eingestellt werden, daß diese einem offenen oder kurzgeschlossenen Leitungsende entsprechen.

Die Figuren 8 und 9 zeigen einen dielektrischen Wellenleiter, der eine dielektrische Substratschicht 2 hat, an deren eine Seite die leitende Grundebene 3 angeordnet ist und an deren Oberfläche 2a photolithografisch die Strukturebene 4

hergestellt ist. An den Seiten des Wellenleiters 1 sind Kondensatorplatten 6 angeordnet, mittels derer ein elektrisches Feld 15 quer zur Ausbreitungsrichtung der im Streifenleiter geführten Welle erzeugbar ist. Mittels des erzeugten elektrischen Feldes 15 werden die dielektrischen Eigenschaften der dielektrischen Substratschicht 2 bereichsweise verändert, wodurch sich in diesem Bereich ein neuer Wellenwiderstand  $Z_{LV}$  ergibt. Die Kondensatorplatten 6 sind über Schaltelemente S mit einer Spannungsquelle U in elektrischer Verbindung, derart, daß mittels der sich gegenüberstehenden Kondensatorplattenpaare elektrische Felder bestimmbarer Richtung und Größe erzeugt werden können. Je nach Richtung und Größe des elektrischen Feldes stellt sich in dem jeweils felddurchdrungenen Bereich ein gewünschter Leitungswellenwiderstand  $Z_{LV}$  ein.

## Patentansprüche

1. Dielektrischer, insbesondere planarer oder quasiplanarer Wellenleiter (1), der mindestens eine dielektrische Materialanordnung (2) hat, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die dielektrische Materialanordnung (2) zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permitivität oder Permitivitäts-Tensor mittels eines das Material (2) bereichsweise durchdringenden Magnetfeldes (9) veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel (6) zur Erzeugung von mindestens einem Magnetfeld (9) vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel (6) erzeugten Magnetfeld (9) die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permitivität oder der Permitivitäts-Tensor der Materialanordnung (2) zumindest bereichsweise veränderbar ist.

2. Dielektrischer, insbesondere planarer oder quasiplanarer Wellenleiter (1), der mindestens eine dielektrische Materialanordnung (2) hat, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Materialanordnung (2) zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permitivität oder Permitivitäts-Tensor mittels eines das Material (2) bereichsweise durchdringenden elektrischen Feldes (15) veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel (6) zur Erzeugung von mindestens einem elektrischen Feld (15) vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel (6) erzeugten elektrischen Feldes (15) die Permeabilität oder der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permitivität bzw. der Permitivitäts-Tensor der Materialanordnung (2) zumindest bereichsweise veränderbar ist.

3. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Wellenleiter (1) das felderzeugende Mittel (6) anliegt und das felderzeugende Mittel (6) galvanisch von den metallischen Leiterstrukturen (4) und/oder der Grundebene (3) des Wellenleiters (1) getrennt ist und die galvanische Trennung insbesondere mittels einer Polystyrolschicht erfolgt.

4. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Wellenleiter (1) mindestens eine Schicht insbesondere Dünnschicht (5) angrenzt, in der die felderzeugenden Mittel (6) ein-, an- oder aufliegen.

5. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der angrenzenden Schicht (5) die felderzeugenden Mittel (6) matrix- oder rasterförmig insbesondere in den Bereichen der metallischen Leiterstrukturen (4) angeordnet sind.

6. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfelderzeugende Mittel (6) eine Induktionsspule mit  $m$  Windungen ist, wobei die Induktionsspule derart im Raum ausgerichtet ist, daß ein Teil des von der stromdurchflossenen Induktionsspule erzeugten Magnetfeldes (9) die dielektrische Materialanordnung (2) zumindest teilweise durchdringt und die Induktionsspule auf der dem streifenförmigen Leiter (4) abgewandten Seite der Grundebene (3) angeordnet ist.

7. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktionsspule(n) (6) mit einer Ansteuerelektronik (7) in Verbindung ist/sind, und mittels der Induktionsspule(n) (6)

mindestens ein magnetisches Feld (9) von einer vorgebbaren Stärke und/oder Richtung erzeugbar ist und die Ansteuerelektronik (7) für die Induktionsspule(n) (6) an der der leitenden Grundebene (3) abgewandten Seite der Dünnschicht (5) anliegt und mit der/den Induktionsspule(n) (6) in elektrischer Verbindung ist/sind.

8. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Feld (15) erzeugende Mittel (6) ein Kondensator ist, wobei die Richtung des elektrischen Feldvektors des mittels des Kondensators erzeugten elektrischen Feldes (15) insbesondere ungefähr parallel zur Strukturebene des Wellenleiters (1) ist.

9. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator (6) ein Plattenkondensator ist, dessen Platten quer zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Wellen angeordnet sind und der Plattenkondensator mit einer Ansteuerelektronik (7) in Verbindung ist.

10. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach dem Oberbegriff des Anspruch 1 oder einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag des Wellenwiderstandes  $Z_L$  des Wellenleiters (1) mittels mindestens eines felderzeugenden Mittels (6) zumindest bereichs- bzw. abschnittsweise veränderbar ist.

11. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge L, die Breite B und/oder der Betrag des Wellenwiderstands  $Z_L$  des Abschnitts bzw. Bereichs mittels der felderzeugenden Mittel (6) bestimmbar bzw. einstellbar ist, derart, daß zur Einstellung der Länge L, der Breite B und/oder des Betrags des Wellenwiderstands

$Z_L$  nur die felderzeugenden Mittel (6) ein Feld (9,15) vorgebbarer Stärke erzeugen, deren Feld (9,15) die dielektrische Materialanordnung (2) des Wellenleiters (1) im Bereich bzw. Abschnitt zumindest teilweise durchdringen.

12. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) in einem ersten Bereich bzw. Abschnitt (13) einen Wellenwiderstand  $Z_{L1}$  hat, wobei sich an den ersten Bereich (13) anschließender zweiter Bereich bzw. Abschnitt (14) des Wellenleiters (1) einen mittels der felderzeugenden Mittel (6) veränderbaren Wellenwiderstand  $Z_{L2}$  hat, und mittels des zweiten Wellenwiderstands  $Z_{L2}$  ein bestimmter vorgebbarer Reflexionsfaktor  $r$  einstellbar ist, wobei sich der Reflexionsfaktor  $r$  aus dem Quotienten

$$r = \frac{Z_{L2} - Z_{L1}}{Z_{L2} + Z_{L1}}$$

errechnet.

13. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Materialanordnung (2) aus einem gyromagnetischen oder gyroelektrischen Material ist und der Betrag der Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  der dielektrischen Materialanordnung (2) insbesondere im Bereich zwischen 3 bis 5 ist.

14. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialanordnung (2) eine Yttrium-Eisen-Granatschicht ist.

15. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der dielektrische Wellenleiter (1) eine leitende Grundebene (3) und mindestens

einen streifenförmigen Leiter (4) oder eine Strukturebene (4) hat, und zwischen der Grundebene (3) und dem streifenförmigen Leiter (4) oder der Strukturebene (4) die dielektrische Materialanordnung (2) ist und zwischen der dielektrischen Materialanordnung (2) und der Grundebene (3) eine Schicht (11) aus Gallium-Gadolinium-Granat der Dicke  $L_{GGG}$  ist.

16. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der dielektrischen Materialanordnung (2) und dem streifenförmigen Leiter (4) oder der Strukturebene (4) eine Quarzschicht (10) der Dicke  $L_0$  ist.

17. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) ein magnetisch oder elektrisch steuerbares Reflektions-Dämpfungsglied oder eine magnetisch oder elektrisch steuerbare Bandsperre bzw. ein Filter ist.

18. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Frequenzwert  $f_t$  der vom dielektrischen Wellenleiter (1) geführten Welle ein Wellenwiderstand  $Z_{lf}$  zuordbar und einstellbar ist, bei dem die zugeordnete Frequenz  $f_t$  nur geringfügig gedämpft und alle anderen Frequenzen  $f \neq f_t$  stärker gedämpft werden.

19. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein streifenförmiger Leiterabschnitt (4) an seinen Endabschnitten (13) eine Breite  $B_1$  und im mittleren Abschnitt (14) die Breite  $B_2$  hat, und daß zur Erzeugung einer bestimmten Querkapazität oder Serieninduktivität

mittels der felderzeugenden Mittel (6) die Breite  $B_2$  des mittleren Abschnitts (14b) veränderbar ist, derart, daß zur Verringerung der Breite  $B_2$  die felderzeugenden Mittel (6) Felder (9,15) vorgebbarer Stärke erzeugen, wobei die Felder (9,15) die Randbereiche (14a) der dielektrischen Materialanordnung (2) des mittleren Abschnitts (14) zumindest teilweise durchdringen.

20. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß der Wellenleiter (1) eine Stichleitung ist, deren Länge  $L$  mittels der felderzeugenden Mittel (6) veränderbar ist.

21. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 20, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß an das Ende der Stichleitung ein weiterer Wellenleiter (1') angrenzt, dessen Wellenwiderstand  $Z_L$  mittels der felderzeugenden Mittel (6) veränderbar ist, derart, daß die Stichleitung bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow \infty$  leerläuft und bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow 0$  kurzgeschlossen ist.

1/4

Fig. 1

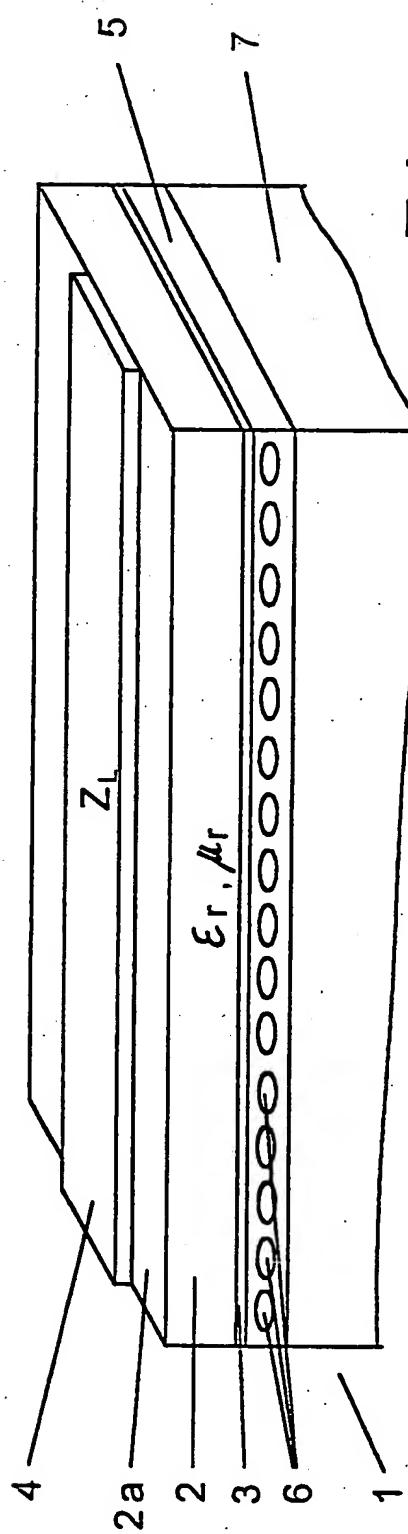
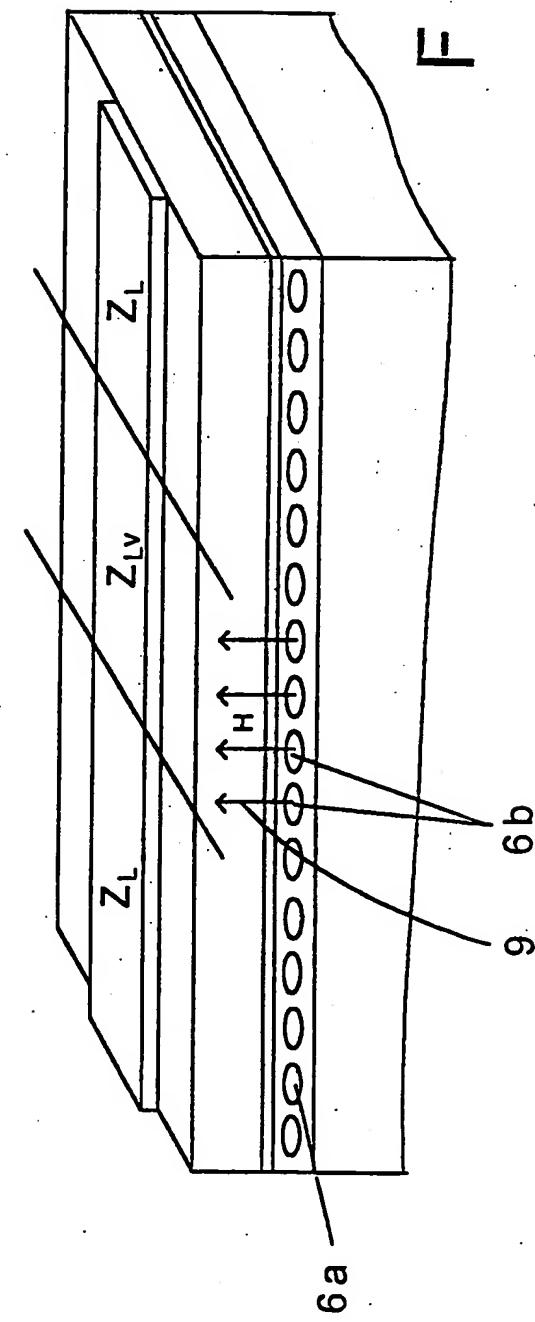


Fig. 2



2/4

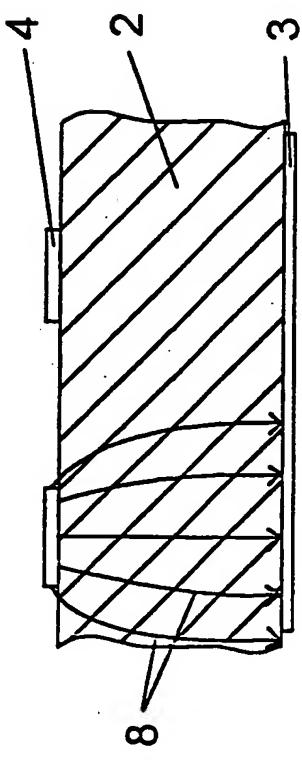


Fig. 3

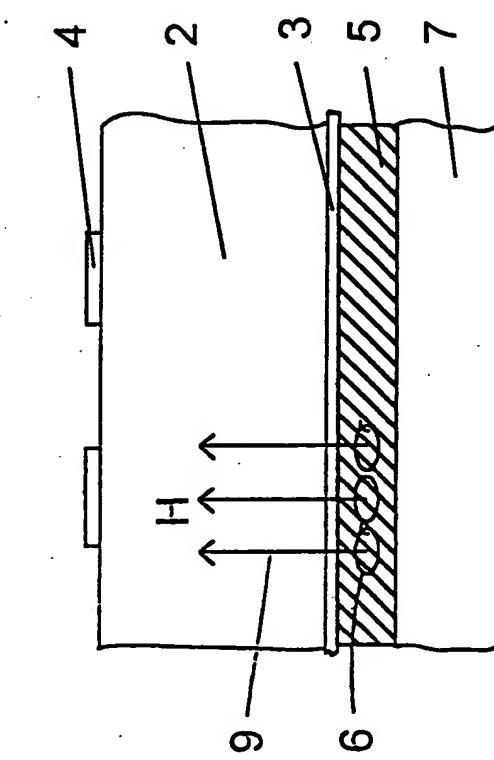


Fig. 4

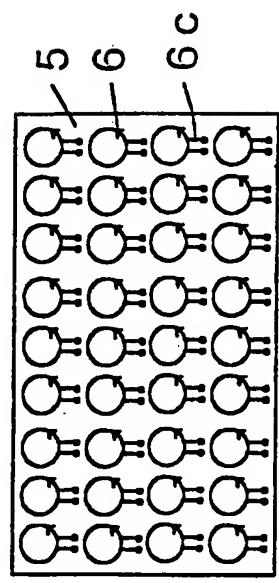


Fig. 6

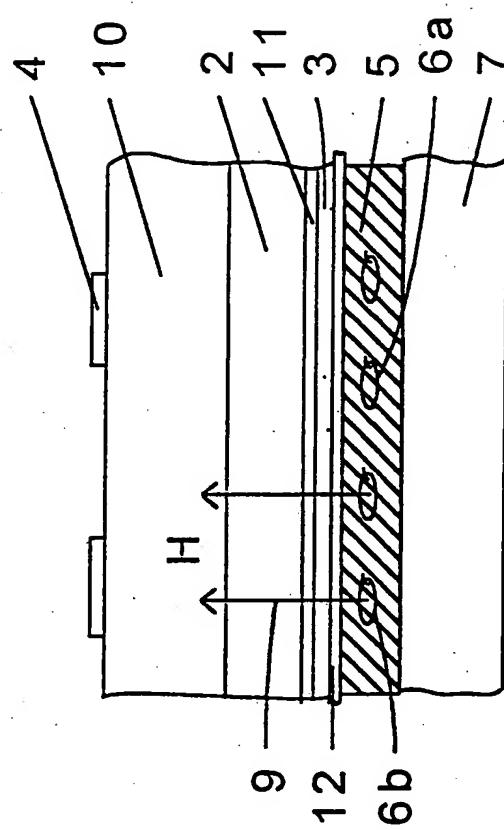


Fig. 5

3/4

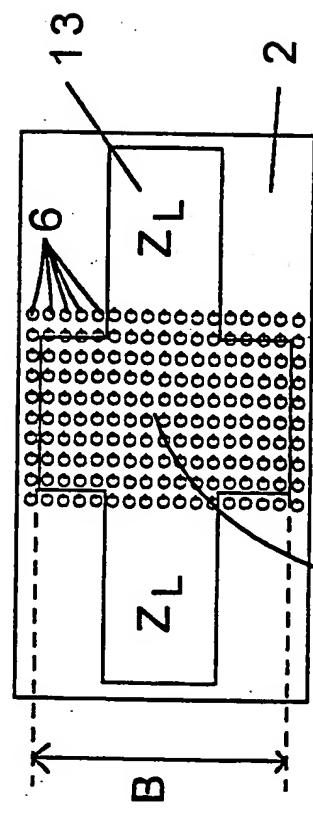
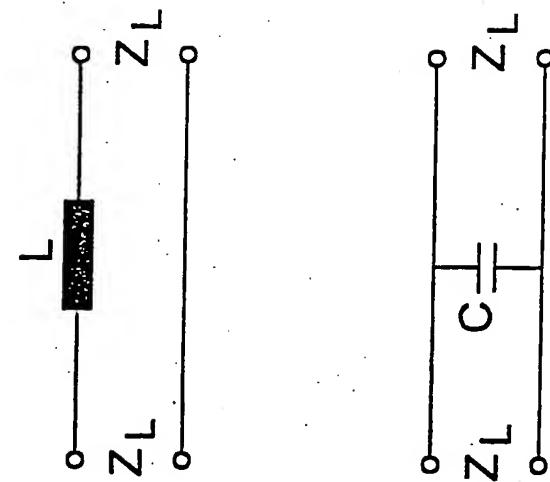


Fig. 7 a

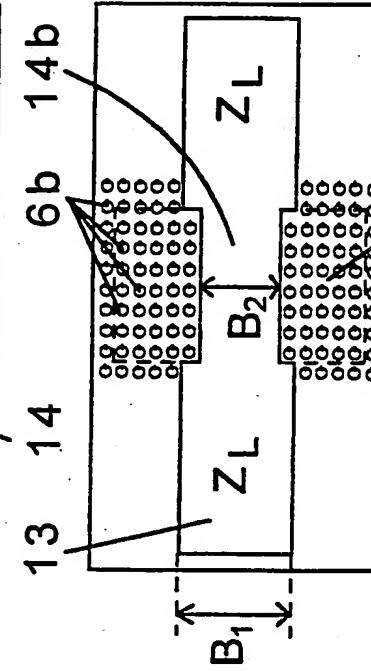


Fig. 7 b

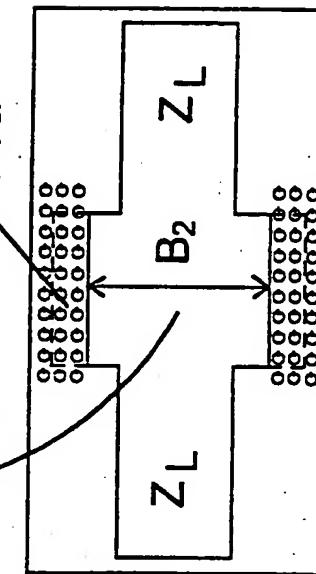


Fig. 7 c

4/4

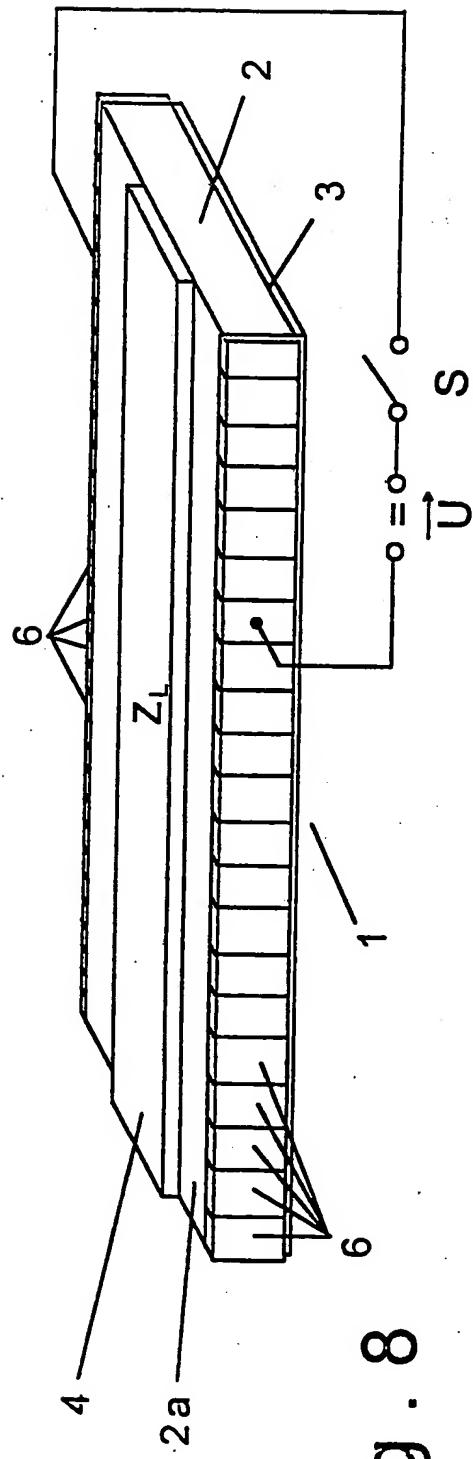


Fig. 8

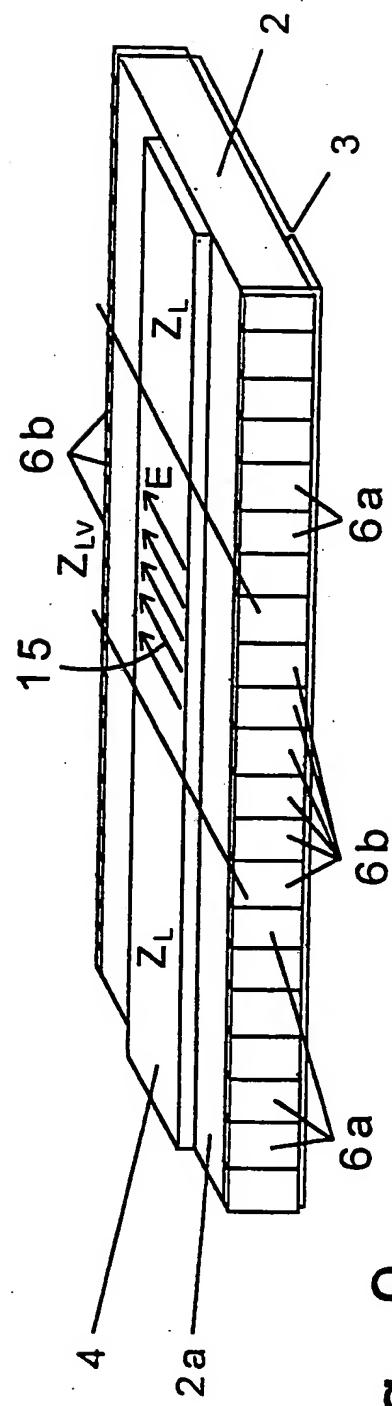


Fig. 9

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H01P3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, vol. 38, no. 10, October 1990, NEW YORK US, pages 1461-1467, XP000150788 M. TSUTSUMI ET AL.: "Microstrip lines using Yttrium Iron Garnet film" see page 1465, right-hand column, line 4 - page 1466, left-hand column, line 3; figure 5</p> <p>---</p>	1,10, 13-15, 17,18
X	<p>GB,A,895 884 (COMPAGNIE GENERALE DE TELEGRAPHIE SANS FIL) 9 May 1962 see page 1, line 71 - page 2, line 78; figures 1-3</p> <p>---</p> <p>-/-</p>	1,10,13

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*&\* document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search

16 September 1996

Date of mailing of the international search report

26.09.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Den Otter, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 96/02369

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB,A,1 464 511 (THE GENERAL ELECTRIC COMP. LTD.) 16 February 1977 see page 5, line 102 - line 128; figure 5	1,10,13
A	---	5
X	EP,A,0 608 889 (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 3 August 1994 see page 4, line 54 - page 5, line 54; figures 8,9 -----	2,10,13

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 96/02369

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
GB-A-895884		DE-B-	1133778	
		FR-A-	1227407	19-08-60
GB-A-1464511	16-02-77	NONE		
EP-A-0608889	03-08-94	US-A-	5355104	11-10-94
		AU-B-	657646	16-03-95
		AU-A-	5476594	04-08-94
		CA-A-	2114244	30-07-94
		IL-A-	108438	18-06-96
		JP-A-	7007303	10-01-95

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02369

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 H01P3/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)

IPK 6 H01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Bd. 38, Nr. 10, Oktober 1990, NEW YORK US, Seiten 1461-1467, XP000150788 M. TSUTSUMI ET AL.: "Microstrip Lines using Yttrium Iron Garnet film" siehe Seite 1465, rechte Spalte, Zeile 4 - Seite 1466, linke Spalte, Zeile 3; Abbildung 5 ---	1,10, 13-15, 17,18
X	GB,A,895 884 (COMPAGNIE GENERALE DE TELEGRAPHIE SANS FIL) 9.Mai 1962 siehe Seite 1, Zeile 71 - Seite 2, Zeile 78; Abbildungen 1-3 ---	1,10,13 -/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
  - \*'A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*'E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*'L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführte)
  - \*'O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*'P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*'T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*'X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*'Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*'&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16.September 1996

26.09.96

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentamt 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Den Otter, A

## C(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB,A,1 464 511 (THE GENERAL ELECTRIC COMP. LTD.) 16.Februar 1977 siehe Seite 5, Zeile 102 - Zeile 128; Abbildung 5	1,10,13
A	---	5
X	EP,A,0 608 889 (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 3.August 1994 siehe Seite 4, Zeile 54 - Seite 5, Zeile 54; Abbildungen 8,9	2,10,13

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02369

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A-895884		DE-B- 1133778 FR-A- 1227407	19-08-60
GB-A-1464511	16-02-77	KEINE	
EP-A-0608889	03-08-94	US-A- 5355104 AU-B- 657646 AU-A- 5476594 CA-A- 2114244 IL-A- 108438 JP-A- 7007303	11-10-94 16-03-95 04-08-94 30-07-94 18-06-96 10-01-95